魚の摂餌に関する生態学的研究—III.

空腹状態と飽食量との関係

石 渡 直 典

(1968 年 5 月 6 日受理)

Ecological Studies on the Feeding of Fishes—III.

Degree of Hunger and Satiation Amount

Naonori ISHIWATA*

It has been found^{1,2)} that a relatively constant value for the satiation amount can be obtained with a well acclimatized school of fish. In the present investigation, the effect of the time of food deprivation on the satiation amount, the digestion of food in the stomach, and the relationship between the digestion of food in the stomach and the satiation amount, are examined. The results obtained are summarized as follows:

The satiation amount of a school of fish depends on the degree of hunger. As the time of food deprivation increases, the satiation amount first increases and then levels off to a constant value (Fig. 1). Further, when the time of food deprivation is extremely long, about 10 days, the satiation amount does not exceed the constant value but the amount rather decreases (Fig. 2).

At the beginning of satiation the amount of food in the stomach sharply decreases. This rate of decrease levels off in later stages and a considerable time elapses before the stomach is completely empty (Fig. 1 and Table 3).

If undigested food remains in the stomach, the state cannot be referred to as being complete hunger. Until the food in the stomach is completely digested, the satiation amount varies inversely with the amount of undigested food in the stomach. The satiation amount reaches its peak value as the stomach contents approach zero. Since the capacity of the stomach is limited, the satiation amount after reaching its maximum at the state of complete hunger maintains this maximum value even when the time of food deprivation is further extended for a short period of time (Fig. 1).

前報^{1,2)}では飽食量は投餌して飼い慣らした魚群について求めれば、ほぼ一定の値を得ることができることを知ったが、飽食後、絶食させてその絶食時間、すなわち、空腹**状態がその後の飽食量にどのように影響するか、また、飽食量は胃における餌料の消化と関係が深いので、飽食後、絶食させて時間の経過に伴う胃内容重量の変化について調べ、さらに胃における餌料の消化と飽食量との関係を調べた。

実 験 方 法

投餌してよく飼い慣らした魚群を同形の水槽数個に分け、再び飼い慣らした後、一定時間絶食させてから飽食させた際の飽食量を求め、絶食時間に対する飽食量の変化を求めた。実験材料は飽食後、一定時間ごとに10尾ずつ取り上げて窒息死させ、10%ホルマリンで固定し、それが完全に固定されてから、各魚体につき、体重を測定した後、肛門部から腹腔を開き、胃を取り出して胃内容物の秤量を行ない、絶食時間に対する胃内容重量の変化を求めた。

* 東京水産大学 (Tokyo Univ. Fish., Minato-ku, Tokyo, Japan).

** 空腹は絶食時間によって変わる動的な状態と考える。

印刷費負担

結 果

絶食時間と飽食量との関係 マアジ (平均体長 15.5 cm) 各 15 尾を三崎臨海実験所付属水族館の予備槽 (240×128 cm, 水深 40 cm) に放養し、餌料としてマサバ肉の切片を与えて実験した結果 (1955, 8 月 8~26 日, 水温 24.6~25.9°C, 流量約 60 l/min. のばあい) は Fig. 1 A, 2 A に示すようになる。絶食時間の延長とともに飽食量は増加するが、絶食が 24 時間に達すると、ほぼ一定 (1 尾当たり平均飽食量 7.7g) になる (Fig. 1 A)。絶食時間がさらに長く、10 日以上に及んでも飽食量は増加せず、むしろ減少するようになる (Fig. 2 A)。

このように絶食時間があまり長くないばあい (48 時間以内) には絶食時間の延長とともに飽食量も増加するが、やがてほぼ一定の値をとるようになる。イサキ、マフグ、カワハギ、ニジマス (Table 1) を使って実験した結果もマアジのばあいと同様の傾向を示した (Fig. 1 B~E, 2 B~E)。飽食後、再び飽食量が一定になるまでに要する時間 (飽食回復時間) は魚種によつて異なるが、どの種類でもこの時間を過ぎると、ほぼ一定の飽食量を求めることができる (Table 2)。

Fig. 1. Changes of satiation amount and amount of stomach contents with time of food deprivation after satiation. Solid circles, change of satiation amount; soft circles, change of amount of stomach contents. A, jack mackerel; B, sweetlip; C, puffer; D, filefish; E, rainbow trout.

Fig. 2. Relationship between time of food deprivation and satiation amount. A, jack mackerel; B, sweetlip; C, puffer; D, filefish; E, rainbow trout.

Table 1. Materials and others.

Species of fish	Mean body length, cm	Mean body weight, g	Number of fish in each tank	Experimental tank (Measurement)
Jack mackerel (<i>Trachurus japonicus</i>)	15.5	69.2	15	*Reserve tank (240 cm long, 128cm wide and 40cm deep)
Sweetlip (<i>Parapristipoma trilineatum</i>)	11.3	30.4	30	"
Puffer (<i>Fugu vermicularis porphyreus</i>)	4.9	4.3	30	*Indoor wooden tank (74cm long, 42 cm wide and 22 cm deep)
Filefish (<i>Stephanolepis cirrhifer</i>)	15.9	139.2	10	*Reserve tank (240 cm long, 128cm wide and 40cm deep)
Rainbow trout (<i>Salmo gairdnerii irideus</i>)	17.5	106.7	100	**Experimental pond (7.5 m long, 1.2 m wide and 30 cm deep)

* Misaki Marine Biological Station.

** Shizuoka Prefectural Fuji Trout Hatchery.

Table 2. Time required for satiation amount to regain a constant value after satiation (Satiation recovery time).

Species of fish	Satiation recovery time, hr.	Conditions		Kind of food
		Water temp., °C	Water flow, l/min.	
Jack mackerel	24	24.6~25.9	60	Mackerel meat
Sweetlip	24	21.6~22.6	60	"
Puffer	12	22.5~23.9	8	"
Filefish	8	21.2~21.3	60	Oyster meat
Rainbow trout	48	10.0~11.4	160	*Compound feed

* Dried mysis 34, jack mackerel 28, barley bran (barley bran mixed with an equivalent quantity of water and steamed) 38%.

Table 3. Time required for stomach to empty after satiation.

Species of fish	Time required for stomach to empty, hr.	Conditions		Kind of food
		Water temp., °C	Water flow, l/min.	
Jack mackerel	24~30	24.0~24.3	60	Mackerel meat
Sweetlip	30	21.6~22.6	60	"
Puffer	18~21	22.5~24.2	8	"
Filefish	8~10	22.9~24.3	60	Oyster meat
Rainbow trout	72	8.7~11.5	160	Compound feed

胃における餌料の消化 マアジを使つて実験した結果 (1955, 8月 25~26 日, 水温 24.0~24.3°C, 流量約 60 l/min. のばあい) は Fig. 1 A に示すようになる。飽食後, 絶食させてから 12 時間, 胃内容重量 0.6 g, 胃内容重量・体重比 0.8%に至るまで, 消化曲線は直線的に急速に低下し, その後速度が落ちて, 胃が完全に空になるまでに 24~30 時間を要した。

イサキ、マフグ、カワハギ、ニジマスを使つて実験した結果もマアジのばあいと同様の傾向を示した (Fig. 1B~E)。飽食後、胃が完全に空になるまでには、イサキにおいて 30 時間、マフグ 18~21 時間、カワハギ 8~10 時間、ニジマス 72 時間を要する (Table 3)。

胃における餌料の消化と飽食量との関係 マアジの胃における餌料の消化曲線と飽食の回復曲線との関係は、Fig. 1A に示されるように完全に餌料が消化されてしまうまでの間は逆の関係で変化し、胃中の残餌量が 0 になつて始めて飽食量は極限量に達する。

イサキ、マフグ、カワハギ、ニジマスを使つて実験した結果もマアジのばあいとはほぼ同様であつた (Fig. 1B~E)。しかし、飽食量は必ずしも胃が完全に空にならなくても極限量をとる。魚の状態、餌料の種類などによつてこの点が多少変わるのであらう。

考 察

この実験の結果、よく飼い慣らされた魚群の飽食量は空腹の程度によつて左右されることがわかる。絶食時間と飽食量との関係を求めると、最初は絶食時間の延長とともに飽食量も増加するが、絶食時間が長くなつてある時間に達するとほぼ一定になる。さらに絶食が極端に 10 日前後に及ぶばあいには、飽食量は一定の限界を越えず、魚種によつてはむしろ減少することもある。

飽食後、時間の経過に伴つて、胃内容重量は初めは急速に、ほぼ直線的に低下するが、その後速度が落ちて、胃が完全に空になるまでにはかなりの時間を要する。

飽食後、胃中に餌料が消化されずに残っている間は完全な空腹とはいえない。したがつて、飽食後絶食させてから、胃中に未消化で残る餌料の量とその時の飽食量との関係は、完全に餌料が消化されてしまうまでの間は逆の関係で変化し、胃中の残餌量が 0 に近い値をとるようになつて始めて飽食量は極限量をとる。飽食量は胃の収容量に限界がある以上、一定の限度に落ちつくであろうから、魚が完全に空腹になつて飽食量が極限量に達すれば、その後絶食時間が多少延びても、当分それは一定の値に落ち着くことになる。ただし、空腹状態が 10 日以上に及ぶと恐らく飢餓*の状態となるので、飽食量も全く変わつたかたちで変化するとと思われる。ここではこの点には深く触れないことにする。

狩谷³⁾はマサバ、メバルなどについて、これらの問題に関して著者と同様の結果を得ている。また、狩谷⁴⁾は無骨魚のキンギョについて、絶食時間と飽食量との関係を調べているが、これも著者の実験結果と一致している。

終りに本研究に対してご指導、ご援助をいただいた東京大学大島泰雄名誉教授に厚く謝意を表する。

文 献

- 1) 石渡直典: 本誌, 34 (6), 495~497 (1968).
- 2) 石渡直典: 本誌, 34 (6), 498~502 (1968).
- 3) 狩谷貞二: 水産増殖, 4 (2), 1~8 (1956).
- 4) 狩谷貞二: 同 誌, 7 (3), 29~36 (1960).

* 飢餓は空腹の特殊なばあいであり、絶食によつて空腹となり、この状態が永続するとき、飢餓の状態となる。空腹感、食欲は飢餓の状態になる以前に起こるが、その状態がひどくなると、生理的変調を起こし、空腹感や食欲も異状となると考えられる。